

ATOS THEMA

Klinik Heidelberg

Knie

KNORPELREGENERATION UND
ENDOPROTHETIK

Themen dieser Ausgabe

- Endoprothetik: vom Elfenbein zum High Tech-Material
- Knorpel – zartes Gewebe trotz hoher Belastung

Endoprothetik: vom Elfenbein zum High Tech-Material

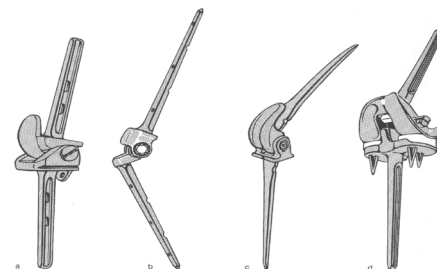


Abb. 1: Verschiedene Scharnierendoprothesen:
a) Wallidius b) Shiers c) Guepar d) Blauth

Die Knieendoprothetik kann auf eine lange Historie zurückblicken. Bereits im 19. Jahrhundert gab es erste Versuche, Gelenke nachzubilden.

In der „Orthopädischen Heilanstalt“ in Würzburg überbrückte J. Anton Meier (1798-1860) nach sparsamer Entfernung von Gelenkanteilen den Defekt mit körpereigenem Gewebe des Patienten, um eine Verknöcherung und damit Versteifung des Gelenks zu verhindern. Einige Jahrzehnte später entstand die Idee, aus einem knochenähnlichen Fremdmaterial und einem Scharnier ein Ersatzgelenk zu konstruieren (s. Kasten).

In den **50er Jahren** des 20. Jahrhunderts gab es einen Entwicklungsschub für Endoprothesen: zum einen wurden neue Prothesen aus Stahl hergestellt, zum anderen mit langen Schäften versehen, um sie im Markraum des Oberschenkels und des Schienbeins verankern zu können. Die Prothesen waren alle noch gekoppelt, also Scharniere (Abb. 1).

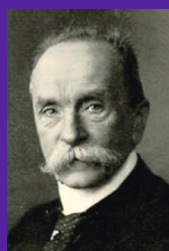
Die Erfindung des Knochenzements Mitte der **60er Jahre** verbesserte die Verankerung der Prothesen im Knochen ge-

genüber der Druck- und Biegebeanspruchung, aber durch Rotationsbewegungen kam es weiterhin häufig zur Lockerung der Prothesen.

Auch die Idee, nur einen Teil der Gelenkfläche des Kniegelenks zu ersetzen, stammt bereits aus den 1950er Jahren. So wurden beispielsweise nur die Gelenkfläche des Schienbeins und die Rückfläche der Kniescheibe durch Metallkappen ersetzt, die Gelenkfläche am Oberschenkel blieb hingegen erhalten.

Mit der Einführung des „low-friction“-Prinzips gelang dem Engländer Sir J. Charnley in den **1960er Jahren** der entscheidende Durchbruch in der Endoprothetik. Durch die Verwendung einer Kombination aus Metall und Kunststoff wies das Implantat einen weitaus geringeren Reibungskoeffizienten und dadurch einen viel geringeren Abrieb auf.

1970 setzten Freeman und Swanson erstmals ungekoppelte Prothesen ein, bei denen die beiden Komponenten keine Verbindung hatten. Dies erlaubt ein an die natürliche Anatomie angelehntes Roll-Gleitverhalten im Kniegelenk, erfordert aber einen stabilen Kapsel-Band-Apparat.



THEMISTOCLES GLUCK

Der Pionier der Endoprothetik ist der Deutsche Themistocles Gluck (1853-1942). Im Jahr 1885 trug er vor der Berliner Medizinischen Gesellschaft seine Idee über den Ersatz von Gelenken mit Scharnierprothesen aus Elfenbein vor. Zudem entwickelte er zur Fixierung der Gelenke eine Mischung aus Kollophonium und Gips.

Gluck wandte seine Methode von künstlichen Gelenken wohl in insgesamt 14 Fällen an. Die Erstpublikation von Ergebnissen erfolgte 1891 [4]. Fünf Fälle von Gelenkersatz, alle implantiert bei Gelenktuberkulose (drei Kniegelenke, ein Ellbogengelenk, ein Handgelenk), konnte er weiterverfolgen. Drei waren bereits entfernt, je ein Knie und ein Handgelenk waren jedoch bis 1891 trotz Fistelbildung noch nicht extirpiert. Die Indikation zur Anwendung bei einer Gelenktuberkulose ist aus heutiger infektiologischer Sicht allerdings sicher als „ungünstig“ zu betrachten. Das Scheitern dieser Methode lag weniger an der Idee und Umsetzung des Gelenkersatzes, sondern an der Indikation dazu [3].

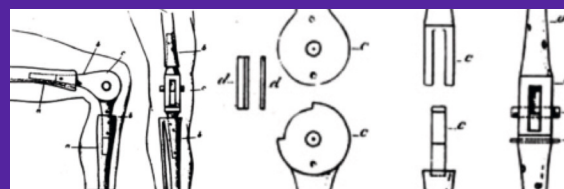


Abb. 2: Unterschiedliche Gelenkmodelle aus Elfenbein [3]

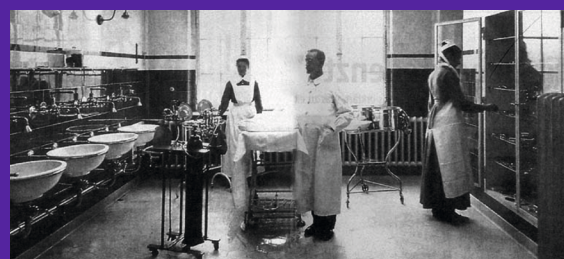


Abb. 3: Historischer Operationsaal



Abb. 4: Knieprothese mit Femurkomponente aus Oxinium. Optimierte Geometrie zur Wiederherstellung einer möglichst physiologischen Gelenklinie und Kinematik des Kniegelenkes (Smith & Nephew GmbH, Hamburg)



Abb. 5: Operatives Setup bei der Implantation einer Schlittenprothese. Der Operateur kann über einen Bildschirm die Implantatpositionierung exakt planen und dann mit Hilfe der roboterunterstützten Fräse das Implantatbett mit höchster Präzision vorbereiten.

Seitdem hat die Knieendoprothetik in allen Bereichen Fortschritte gemacht – mal größere, die der Patient wahrnimmt, mal kleinere, die eher dem Operateur die Arbeit erleichtern:

- **Neue Materialien und Oberflächen** sorgen für weniger Abrieb und damit längere Haltbarkeit.
- Neue Designs nähern sich der **Anatomie** des Kniegelenks an und verbessern so Bewegungsumfang und Funktion des operierten Knies.
- Neue Instrumente tragen dazu bei, dass das Gewebe bei der Implantation **geschont** wird und vereinfachen die Arbeit des Operateurs.

- Neue Konzepte zur Abschwellung und **Schmerzbehandlung** verringern die Komplikationsrate, erleichtern die Phase nach der Operation und beschleunigen die Rehabilitation.

- Dank Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) können patientenindividuelle Implantate und Schnittblöcke „maßgefertigt“ werden.

Mit Hilfe der **Navigation** können die Ausrichtung der Beinachse und die Positionierung des Implantats exakter erfolgen. Ob dies zu weniger Lockerungen führt und die Operationsergebnisse weiter verbessert, muss die Zukunft zeigen – für eine Bewertung sind Daten und Erfahrungen über einen langen Zeitraum notwendig.

Eine Renaissance erleben derzeit „Roboter“, die in Kombination mit der Navigation für mehr Genauigkeit und eine perfekte Positionierung der Implantate sorgen bzw. den Operateur hierin unterstützen sollen. Das „Navio-System“ von Smith & Nephew wird gegenwärtig in der ATOS Klinik Heidelberg bei Schlittenprothesen eingesetzt.

IN DEN 1970ER JAHREN ENTSTANDEN DIE GRUNDLAGEN FÜR DIE HEUTIGE ENDOPROTHETIK

Die erste Prothese, welche dem heutigen Prinzip eines Ersatzes aller drei Kniekompartimente entsprach, wurde 1973 entwickelt [5]. Die US-Amerikaner Insall & Burnstein sind als die Pioniere dieser Entwicklung anzusehen. Durch stetige Weiterentwicklung der Modelle gelang es bald, dass physiologische Bewegungsabläufe wie Rollen, Gleiten und Rotieren möglich wurden. Ob Modifikationen wie z.B. kreuzbandersetzende Prothesen (PS – posterior stabilized) oder mobile Kunststoff-Inlays (mobile bearing) die Ergebnisse verbessern, wird noch heute kontrovers diskutiert.

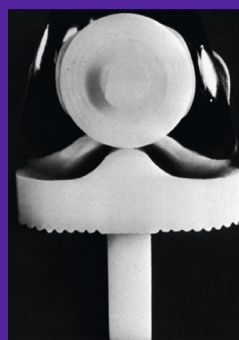


Abb. 6: Trikompartimentelle Prothese nach Insall & Burnstein



Abb. 7: Weiterentwicklung der Prothese nach Insall & Burnstein als Kreuzband-ersetzendes Modell

Knorpel – zartes Gewebe trotz hoher Belastung



Von einem nicht allzu dicken, elastischen Gewebe ohne eigene Blutversorgung, das die Knochenflächen in den Gelenken überzieht, hängt ab ob wir uns schmerzfrei bewegen können.

Sieht man Knorpelgewebe z.B. durch das Arthroskop, so erstaunt, dass dieses zarte Gewebe nicht nur jahrzehntelang dem Druck des Körpergewichts, sondern auch erheblichen Biege- und Scherbelastungen standhalten kann, und das bei vielen Menschen ein Leben lang.

Der zarte Knorpel federt und dämpft unzählige Stöße beim Gehen, Laufen und Springen und erträgt Druckspitzen vom Vielfachen des Körpergewichts z.B. schon beim treppab gehen. Ernährt wird der Knorpel lediglich vom darunterliegenden Knochen und über die ihn umspülende Gelenkflüssigkeit. Ist der Knorpel einmal zerstört, kann er nicht regenerieren – und ohne gesunden Knorpel gibt es keine schmerzfreie Gelenkbewegung mehr. Auch aus dieser Erfahrung ist letztendlich die Endoprothetik entstanden: Wenn der Knorpel nicht zu heilen ist, muss die Gelenkfläche ersetzt werden, um schmerzfreie Beweglichkeit zurückzugewinnen.

Doch das Dogma vom nicht regenerationsfähigen Knorpel gilt nur noch eingeschränkt. Großflächige Knorpelschäden, am Knie oft Folge eines frühen Meniskusverlusts, gelten auch heute noch als irreparabel. Sie sind ein Fall für die Endoprothetik.

BEGRENZTE, ALSO LOKALE KNORPELSCHÄDEN HINGEGEN KÖNNEN INZWISCHEN DURCHAUS ZUR AUSHEILUNG GEBRACHT WERDEN.

Erste Versuche, Knorpel zu regenerieren, gab es schon in den 1950er Jahren. Sie entwickelten sich parallel zum Aufschwung der Arthroskopie. Der englische

Chirurg Kenneth Hampton Pridie (1906-1963) bohrte in Knorpeldefekte den darunterliegenden Knochen an, um dadurch die Bildung von Ersatzknorpelgewebe anzuregen. Sein Prinzip wurde in den 1990er Jahren vom amerikanischen Orthopäden John Richard Steadman als Technik der Mikrofrakturierung weiterentwickelt. Dabei wird der Knochen mit einer kleinen Ahle bearbeitet, so dass viele kleinste Frakturen erzeugt werden. Durch das austretende Blut gelangen Stammzellen ins Knochenmark, die sich in der Umgebung von gesunden Knorpelzellen zu Ersatzknorpel ausdifferenzieren.

Diese Technik stellt heute noch den „Goldstandard“ für kleine Defekte (weniger als 2,5 cm²) dar. Allerdings hält der anfängliche Erfolg der Behandlung nicht allzu lange an, da der Ersatzknorpel viel weniger belastbar ist als „echter“ Knorpel und daher wieder degeneriert.

Als weiterer Meilenstein der Knorpelbehandlung ist die Knorpelzelltransplantation anzusehen. Pioniere dieses Verfahrens sind die schwedischen Chirurgen Matts Brittberg und Lars Peterson, die 1994 erstmals zu diesem Thema publizierten: Bei der Knorpelzelltransplantation wird in einem ersten arthroskopischen Eingriff an einer unbelasteten Stelle des Kniegelenks ein Stückchen Knorpel entnommen. Die gewonnenen Knorpelzellen werden im Labor vermehrt und anschließend in einem zweiten Eingriff in den Knorpeldefekt eingebracht.

Dieses elegante Verfahren wurde in den vergangenen 20 Jahren stetig weiterentwickelt. So besiedelten die Knorpelzellen

z.B. eine Matrix, so dass der aufgenähte Knochenhautlappen aus der Brittberg-Publikation nicht mehr nötig war.

Inzwischen werden dreidimensionale Knorpelzellkonstrukte, sogenannte Sphäroide, ohne Fremdmatrix direkt arthroskopisch in den Defekt eingebracht. Trotz aller Fortschritte bleibt aber bisher eine Grenze: Große Knorpeldefekte können nicht erfolgreich mit einer Knorpeltransplantation behandelt werden. Die Kniegelenksarthrose stellt daher keine Indikation für eine Knorpeltransplantation dar.

Literatur:

1. Wessinghage, D., Historische Aspekte des Gelenkersatzes. Eine bibliographische Studie. Orthopäde, 2000. 29(12): p. 1067-71.
2. Lister, J., On the Antiseptic Principle in the Practice of Surgery. Br Med J, 1867. 2(351): p. 246-8
3. Wessinghage, D. Themistocles Gluck: Von der Organexstirpation zum Gelenkersatz. Deutsches Ärzteblatt 92, Heft 33,18. August 1995
4. Gluck, T. Referat über die durch das moderne chirurgische Experiment gewonnenen positiven Resultate betreffend die Naht und den Ersatz von Defecten höherer Gewebe, sowie über die Verwerthung resorbierbarer und lebendiger Tampons in der Chirurgie. Arch Klin Chir 41 (1891): 187
5. Insall JN, Lachiewicz PF, Burstein AH: The posterior stabilized condylar prosthesis: A modification of the total condylar design: two- to four-year clinical experience. J Bone Joint Surg Am 64:1317, 1982.

Impressum

ATOS Klinik Heidelberg GmbH & Co. KG
Bismarckstraße 9-15, 69115 Heidelberg
T + 49 62 21-983-0, F + 49 62 21-983-919
info-hd@atos.de, www.atos-kliniken.de
Redaktion: Rebecca Mrosek, Dr. med. Barbara Voll-Peters

Die Artikel in diesem Heft enthalten nur allgemeine Hinweise und dürfen nicht zur Selbstdiagnose oder -behandlung verwendet werden. Sie können einen Arztbesuch nicht ersetzen. Unsere Experten beraten Sie gerne!

Haben Sie besondere Themenwünsche oder Kommentare zu einem unserer Beiträge? Schreiben Sie uns: info-hd@atos.de
Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldungen.